

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 1 日
Date of Application:

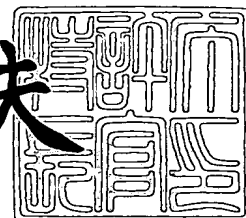
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 5 7 2 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 6 5 7 2 3]

出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PSN883

【提出日】 平成15年 3月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 27/22

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 与倉 久則

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 豊田 稲男

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

 【識別番号】 100106149

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 矢作 和行

 【電話番号】 052-220-1100

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 010331

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 容量式湿度センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、

前記基板上の同一平面に、所定の間隔を隔てて配置された第 1 および第 2 の電極と、

前記基板上において、少なくとも前記第 1 および第 2 の電極の間における領域に対応して形成され、湿度に応じて誘電率が変化する感湿膜と、

前記感湿膜上において、前記第 1 および第 2 の電極の間における領域の少なくとも一部に対応して形成され、前記感湿膜より比誘電率が高く、水分を透過させる透湿膜とを備えた容量式湿度センサ。

【請求項 2】 前記透湿膜はシリコンゲルによって形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の容量式湿度センサ。

【請求項 3】 前記第 1 および第 2 の電極と、その第 1 および第 2 の電極間とを覆うように前記基板上に形成された保護膜を備え、

前記感湿膜は前記保護膜上に形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の容量式湿度センサ。

【請求項 4】 前記保護膜は、少なくともシリコン窒化膜またはシリコン酸化膜を含む膜によって形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の容量式湿度センサ。

【請求項 5】 前記基板として半導体基板が用いられ、前記第 1 および第 2 の電極は、前記半導体基板の主面に形成された絶縁膜上に設けられることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の容量式湿度センサ。

【請求項 6】 前記第 1 および第 2 の電極は、それぞれ、共通電極部と、当該共通電極部から一方向に延びる複数の櫛歯電極部とから構成され、前記第 1 の電極の櫛歯電極部と前記第 2 の電極の櫛歯電極部とが交互に並ぶように、前記第 1 および第 2 の電極が配列されていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の容量式湿度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一对の電極間に、湿度に応じて誘電率が変化する感湿膜を介在させることにより、雰囲気湿度の変化に応じた一对の電極間の静電容量変化に基づいて湿度を検出する容量式湿度センサに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の容量式湿度センサとして、基板上の同一平面に、櫛歯型に形成した一对の電極を、それぞれ櫛歯電極部がかみ合うように配置した所謂櫛歯構造のものが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。このような櫛歯構造の容量式湿度センサにおいては、例えばポリイミド系ポリマーからなる感湿膜を一对の櫛歯型電極を覆うように形成することにより、一对の電極間に感湿膜を介在させ、この感湿膜における湿度変化に伴う誘電率の変化を、一对の電極間の静電容量の変化として検出する。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 2 4 3 6 9 0 号公報

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

上述した櫛歯構造の容量式湿度センサでは、電極の櫛歯の数を増加させたり櫛歯の長さを長くしたりすることにより感湿膜の面積を増加させると、感湿膜における湿度変化に伴って変化する電極間の静電容量の変化量が大きくなり、これにより、センサの感度を向上させることができる。ところが、このように電極の櫛歯の数を増加させたり櫛歯の長さを長くしたりすると、センサ素子が大きくなるなどの問題が生じるため、感湿膜の面積を増加させることなく、電極間の静電容量変化量を増加させるほうが好ましい。

【0 0 0 5】

感湿膜の厚さを増加させると、電極間の静電容量変化量を増加させることができるが、感湿膜の厚さがある程度厚くなると、それ以上厚さを増加させても電極

間の静電容量変化量はそれほど増加しなくなるため、感湿膜の厚さを増加させることにより電極間の静電容量変化量を増加させるのには限界がある。

【0006】

本発明は、上記点に鑑みなされたものであり、感湿膜の面積を増加させることなく、効果的に湿度変化に伴う電極間の静電容量の変化量を増加させることができる容量式湿度センサを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1記載の容量式湿度センサは、基板と、この基板上の同一平面に、所定の間隔を隔てて配置された第1および第2の電極と、基板上において、第1および第2の電極の間における領域に対応して形成され、湿度に応じて誘電率が変化する感湿膜と、感湿膜上において、前記第1および第2の電極の間における領域の少なくとも一部に対応して形成され、感湿膜より比誘電率が高く、水分を透過する透湿膜とを備えたことを特徴としている。

【0008】

このような構成によると、感湿膜上に比誘電率がより高い透湿膜が形成されていることにより、このような透湿膜が形成されていない場合に比較して、感湿膜における湿度変化に伴って変化する電極間の静電容量の変化量が大きくなる。このようにして、感湿膜の面積を増加させることなく、電極間の静電容量変化量を増加させることができる。

【0009】

透湿膜は、請求項2記載のように、シリコンゲルによって形成されているとよい。一般的に感湿膜の比誘電率が2～6ほどであるのに対して、シリコン系ゲルはこれより高い比誘電率を有するものがあり、また透湿性に優れているため、シリコンゲルにより透湿膜を形成すると、透湿膜を形成することにより容量式湿度センサの応答特性の低下を抑制することができる。

【0010】

また、基板上には、請求項3記載のように、第1および第2の電極と、その第1および第2の電極間とを覆うように保護膜が形成されているとよく、この保護

膜は、請求項 4 記載のように、少なくともシリコン窒化膜またはシリコン酸化膜を含む膜によって形成されているとよい。このようにシリコン窒化膜またはシリコン酸化膜からなる保護膜を形成することにより、第 1 および第 2 の電極を水分などから確実に保護することが可能となり、第 1 および第 2 の電極の耐湿性を向上することができる。

【0011】

請求項 5 記載のように、基板として半導体基板が用いられた場合、第 1 および第 2 の電極は、半導体基板の主面に形成された絶縁膜上に設けられることが好ましい。半導体基板上に本発明による容量式湿度センサを構成することにより、その容量式湿度センサから出力される検出信号の処理回路も、同一基板に形成することができるようになる。ただし、この場合、第 1 および第 2 の電極からの電流の漏洩などを防止するために、半導体基板の主面に絶縁膜を形成し、その絶縁膜上に電極を形成すべきである。

【0012】

第 1 および第 2 の電極は、請求項 6 記載のように、それぞれ、共通電極部と、当該共通電極部から一方向に延びる複数の櫛歯電極部とから構成され、かつ第 1 の電極の櫛歯電極部と第 2 の電極の櫛歯電極部とが交互に並ぶように、第 1 および第 2 の電極が配列されているとよい。このように、第 1 および第 2 の電極を櫛歯型電極として構成して、それぞれの櫛歯電極部が交互に並ぶように配置することにより、一対の電極間の対向面積を大きくして、これにより、感湿膜における湿度変化に伴って変化する電極間の静電容量の変化量を大きくすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図に基づいて説明する。図 1 は、本実施形態に係る容量式湿度センサの平面図であり、図 2 は、図 1 中の I I - I I 線に沿った容量式湿度センサの断面図である。

【0014】

図 1 および図 2 において、10 は半導体基板であり、例えばシリコンから形成

される。この半導体基板 10 の主面には、絶縁膜としてシリコン酸化膜 20 が形成される。そして、一对の電極 31、32 が、シリコン酸化膜 20 上の同一平面において、対向するように配置されている。

【0015】

一对の電極 31、32 の形状は特に限定されるものではないが、本実施形態においては、図 1 に示されるように、それぞれ電極 31、32 が共通電極部 31A、32A と、この共通電極部 31A、32A から一方向に延びる複数の櫛歯電極部 31B、32B とから構成される。そして、一对の電極 31、32 のそれぞれの櫛歯電極部 31B、32B が交互に並んで配置されるように、一对の電極 31、32 が配置されている。このように、一对の電極 31、32 の形状として櫛歯形状を採用することにより、電極 31、32 の配置面積を小さくしつつ、櫛歯電極部 31B、32B が互いに対向する面積を大きくすることができる。これにより、雰囲気湿度の変化に伴って変化する一对の電極 31、32 間における静電容量の変化量が大きくなり、センサの感度が向上する。

【0016】

一对の電極 31、32 は、例えばアルミニウム、銅、金、白金などの金属材料を半導体基板 10 上に蒸着やスパッタリングなどの手法によって付着させ、その後、櫛歯状パターンにパターニングすることによって形成される。

【0017】

これら一对の電極 31、32 を覆うように、半導体基板 10 上に保護膜としてシリコン窒化膜 40 が形成される。このシリコン窒化膜 40 は、例えばプラズマ CVD 法などによって、半導体基板 10 上の各部において同じ厚さをもつように堆積形成される。但し、電極 31、32 に耐食性がある場合には、シリコン窒化膜 40 は形成しなくてもよい。

【0018】

なお、図 1 に示すように、一对の電極 31、32 には、その間の静電容量の変化量を検出するための信号処理回路と接続するためのパッド 31C、32C が形成されている。そのパッド 31C、32C は、信号処理回路との接続のために露出されている必要があり、シリコン窒化膜 40 によっては被覆されていない。ま

た、本実施形態においては、半導体基板 10 上に容量式湿度センサを形成しているので、この半導体基板 10 の主面にその容量式湿度センサの静電容量の変化量を検出する信号処理回路を形成することも可能である。

【0019】

シリコン窒化膜 40 の上には、一対の電極 31、32 および一対の電極 31、32 の間を覆うように、感湿膜 50 が形成されている。なお、図 1 では、感湿膜 50 の形成領域を点線によって示している。

【0020】

この感湿膜 50 は、吸湿性を備えた高分子有機材料から構成することができ、具体的には、ポリイミド系ポリマーや酢酸酪酸セルロースなどによって構成することができる。そして、この感湿膜 50 をシリコン窒化膜 40 上に形成するには、例えば吸湿性を備えた高分子有機材料をスピンコート法や印刷法にて塗布した後、硬化すればよい。

【0021】

この感湿膜 50 では、膜中に水分が浸透すると、水分は誘電率が大きいので、その浸透した水分量に応じて、感湿膜 50 の誘電率も変化する。その結果、この感湿膜 50 を誘電体の一部として一対の電極 31、32 によって構成されるコンデンサの静電容量が変化する。感湿膜 50 内に含まれる水分量は、本容量式湿度センサの周囲の雰囲気湿度に対応するため、一対の電極 31、32 間の静電容量から湿度を検出することができる。

【0022】

感湿膜 50 の上には、水分を透過させる透湿性の透湿膜 60 が、感湿膜 50 を覆うように形成されている。図 1 では、透湿膜 60 の形成領域を一点鎖線によって示している。透湿膜 60 は、その比誘電率が感湿膜 50 のそれより高くなっており、本実施形態では、感湿膜 50 は湿度が 0%RH～100%RH の範囲で変化するのに伴って比誘電率が 2.9～3.3 の範囲で変化するものであるのに対して、透湿膜 60 の比誘電率は 7.0 になっている。一般的には、感湿膜 50 の比誘電率が 2.0～6.0 ほどであるのに対して、透湿膜 60 の比誘電率は 4.0～10.0 ほどである。

【0023】

このように感湿膜 50 より高い比誘電率をもつ透湿膜 60 を感湿膜 50 上に形成することにより、感湿膜 50 における湿度変化に伴う一対の電極 31、32 間の静電容量の変化量を増加させることができる。また、透湿膜 60 の比誘電率が高いほど、湿度変化に伴う電極 31、32 間の静電容量の変化量は大きくなる。

【0024】

これについて、図 3 に基づいて説明する。電極 31、32 の間には、透湿膜 60 を通らないパスによって直列につながれた複数のコンデンサ C_{11} 、 C_{12} からなる第 1 コンデンサ C_1 と、透湿膜 60 を通るパスによって直列につながれた複数のコンデンサ $C_{21} \sim C_{23}$ からなる第 2 コンデンサ C_2 が無数に形成されていると考えられる。ここで、電極間 31、32 の静電容量 C は、第 1 コンデンサの静電容量 C_1 と第 2 コンデンサの静電容量 C_2 により、つぎのように表される。

【0025】

【数 1】

$$C = C_1 + C_2$$

また、第 1 コンデンサおよび第 2 コンデンサの静電容量 C_1 、 C_2 は、各コンデンサの静電容量 C_{11} 、 C_{12} 、 $C_{21} \sim C_{23}$ により、つぎのように表される。

【0026】

【数 2】

$$1/C_1 = 1/C_{11} + 1/C_{12}$$

【0027】

【数 3】

$$1/C_2 = 1/C_{21} + 1/C_{22} + 1/C_{23}$$

ここで、保護膜 40 の誘電率を ϵ_p 、感湿膜 50 の誘電率を ϵ_v 、透湿膜 60 の誘電率を ϵ_w とすると、第 2 コンデンサ C_2 を構成する、保護膜部分のコンデンサ C_{21} の合成静電容量 C_p ($= 1/C_{21}$)、感湿膜部分のコンデンサ C_{22} の合成静電容量 C_v ($= 1/C_{22}$)、透湿膜部分のコンデンサ C_{23} の静電容

量 $C_w (=C_{23})$ はそれぞれつぎのように表すことができる。

【0028】

【数4】

$$C_p = \epsilon_p x_p \quad (x_p > 0)$$

【0029】

【数5】

$$C_v = \epsilon_v x_v \quad (x_v > 0)$$

【0030】

【数6】

$$C_w = \epsilon_w x_w \quad (x_w > 0)$$

【0031】

さらに、感湿膜 50 の誘電率 ϵ_v は、 $\epsilon_v < \epsilon_w$ であることから、透湿膜の誘電率 ϵ_w を用いてつぎのように表すことができる。

【0032】

【数7】

$$\epsilon_v = k \epsilon_w \quad (0 < k < 1)$$

【0033】

また、保護膜 40 の誘電率 ϵ_p は、透湿膜の誘電率 ϵ_w を用いてつぎのように表すことができる。

【0034】

【数8】

$$\epsilon_p = r \epsilon_w \quad (r > 0)$$

【0035】

湿度によって不変である保護膜部分および透湿膜部分のコンデンサ C_p 、 C_w の合成静電容量を C_f とおくと、これは上記数式 4、6、8 を用いてつぎのように表される。

【0036】

【数 9】

$$C_f = \frac{C_p \cdot C_w}{C_p + C_w} = \frac{r \epsilon_w^2 x_p x_w}{r \epsilon_w x_p + \epsilon_w x_w} = \frac{r x_p x_w}{r x_p + x_w} \epsilon_w$$

【0037】

ここで、

【0038】

【数 10】

$$\frac{r x_p x_w}{r x_p + x_w} = x_f \quad (x_f > 0)$$

【0039】

とおくと、湿度によって不変な合成静電容量 C_f は、つぎのように表される。

【0040】

【数 11】

$$C_f = \epsilon_w x_f$$

【0041】

第2コンデンサの静電容量 C_2 は、湿度によって不変な合成静電容量 C_f と湿度によって変化する感湿膜部分の合成静電容量 C_v を合成したものであり、従って上記数式5、7および11を用いてつぎのように表される。

【0042】

【数 12】

$$C_2 = \frac{C_v \cdot C_f}{C_v + C_f} = \frac{k \epsilon_w^2 x_v x_f}{k \epsilon_w x_v + \epsilon_w x_f} = \frac{k x_v x_f}{k x_v + x_f} \epsilon_w$$

【0043】

感湿膜50の誘電率 ϵ_v が、湿度変化により増加して ϵ_v' ($=\epsilon_v + \Delta \epsilon_v$) となったとすると、変化後の誘電率 ϵ_v' は、つぎのように表すことができる。

【0044】

【数 13】

$$\epsilon_v' = k' \epsilon_w \quad (0 < k < k' < 1)$$

この感湿膜の誘電率 ϵ_v の変化に伴う第2コンデンサの静電容量 C_2 の変化量

ΔC_2 は、上記数式 12 を用いてつぎのように表される。

【0045】

【数 14】

$$\Delta C_2 = \left(\frac{k' x_v x_f}{k' x_v + x_f} - \frac{k x_v x_f}{k x_v + x_f} \right) \epsilon_w = \frac{(k' - k) x_v x_f^2}{k k' x_v^2 + (k + k') x_v x_f + x_f^2} \epsilon_w$$

【0046】

ここで、 $k' > 0$ 、 $k > 0$ 、 $(k' - k) > 0$ 、 $x_f > 0$ 、 $x_v > 0$ であることから、上記数式 14 により、感湿膜 50 における湿度変化に伴う第 2 コンデンサの静電容量 C_2 の変化量 ΔC_2 は、透湿膜 60 の誘電率 ϵ_w が大きいほど大きくなることわかる。

【0047】

感湿膜 50 における湿度変化に伴う一対の電極 31、32 間の静電容量 C の変化量 ΔC は、上記数式 1 より、つぎように表すことができる。

【0048】

【数 15】

$$\Delta C = \Delta C_1 + \Delta C_2$$

ここで、第 1 コンデンサの静電容量 C_1 の変化量 ΔC_1 は、透湿膜 60 の誘電率 ϵ_w によって変化しないので、第 2 コンデンサの静電容量 C_2 の変化量 ΔC_2 が上記のように透湿膜 60 の誘電率 ϵ_w が大きいほど大きくなることから、一対の電極 31、32 間の静電容量 C の変化量 ΔC は、透湿膜 60 の誘電率 ϵ_w が大きいほど大きくなることわかる。

【0049】

また、従来技術のように透湿膜 60 が形成されていない場合は、コンデンサ C_{23} は比誘電率が低い大気中に形成されていることになり、 $\epsilon_w \doteq 1.0$ となるが、これに対して本実施形態におけるように感湿膜 50 上に比誘電率 ϵ_w が 4.0 ~ 10.0 の透湿膜 60 を形成すると、これによって、湿度変化に伴う一対の電極 31、32 間の静電容量 C の変化量 ΔC が大きくなること上記数式 14 よりわかる。

【0050】

本実施形態では、一对の電極31、32の間における領域全体に対応して透湿膜60を形成したが、一对の電極31、32の間における領域の一部のみに対応して透湿膜60を形成した場合でも、透湿膜60を形成しない場合に比較して、電極31、32間の静電容量の変化量を増加させることができる。しかし、本実施形態におけるように、一对の電極31、32の間における領域全体に対応して透湿膜60を形成すると、電極31、32間の静電容量の変化量を最も大きく増加させることができる。

【0051】

本実施形態のように、湿度変化に伴って比誘電率2.9～3.3の範囲で変化する感湿膜50上に比誘電率7.0の透湿膜60を形成した場合に、気温25℃で相対湿度0%RH～100%RHの範囲での静電容量の変化量を調べた結果、透湿膜60を形成しない場合に比較して、この相対湿度範囲全体に渡って、静電容量の変化量は30%増加した。

【0052】

透湿膜60は、透湿性に優れたシリコンゲルやフッ素ゲルなどの材料を用いて、液滴などの方法により感湿膜50上に形成される。透湿膜60の透湿性が充分でない場合は、容量式湿度センサの応答特性が低下することになる。

【0053】

ここで、従来の容量式湿度センサとしては、上述した構成の湿度センサ以外に、一对の電極を上下に配置し、その一对の電極間に感湿膜を挟んだ構造をもつ湿度センサもある（平行平板構造と呼ぶ）。

【0054】

例えば、特開昭60-166854号公報に記載された平行平板構造の容量式湿度センサは、基板上に下部電極を形成し、その下部電極上に感湿膜を設け、その感湿膜上に透湿性を有する厚さの薄い上部電極を設けている。この従来の容量式湿度センサは、構成上、上部電極が外部環境に晒されるため、上部電極の耐湿性に問題があったり、上部電極を例えば蒸着やスパッタリングの手法で形成する際に、感湿膜の一部が飛散して装置を汚染する恐れがあるなどの問題をもつが、

感湿膜が電極間に挟まれているその構造により、櫛歯構造の容量式湿度センサに比較して感度はよくなっている。

【0055】

本実施形態における容量式湿度センサでは、櫛歯構造を採用することにより平行平板構造の容量式湿度センサが有する問題（電極の耐湿性、装置の汚染など）を解決しつつ、平行平板構造の容量式湿度センサに比較して低かった感度を向上させている。また、本実施形態の容量式湿度センサによれば、その製造時に装置の汚染などの問題が発生しないため、通常の半導体製造ラインを用いて製造することができるとのメリットもある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る容量式湿度センサの構成を示す平面図である。

【図2】

図1中のⅠⅠ-ⅠⅠ線に沿った容量式湿度センサの断面図である。

【図3】

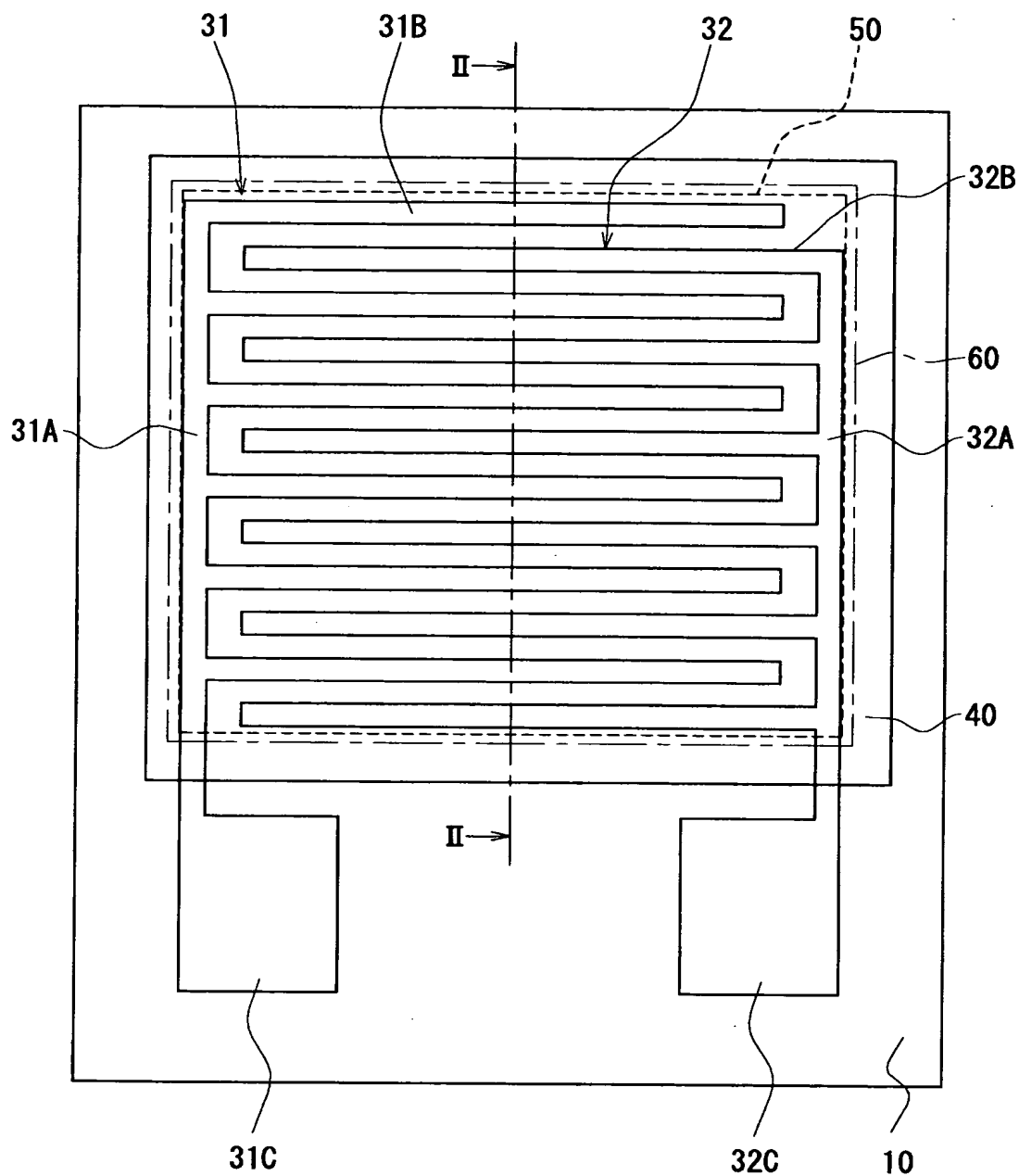
一对の電極間に形成される静電容量を示す説明図である。

【符号の説明】

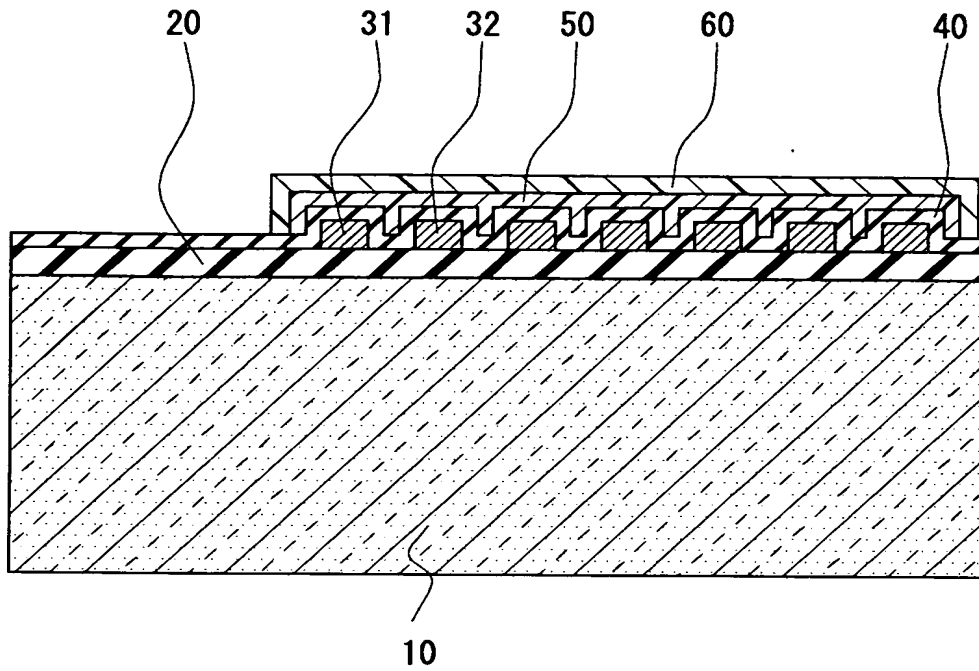
- 10 半導体基板
- 20 絶縁膜
- 31、32 電極
- 31A、32A 共通電極部
- 31B、32B 櫛歯電極部
- 40 シリコン窒化膜
- 50 感湿膜
- 60 透湿膜

【書類名】 図面

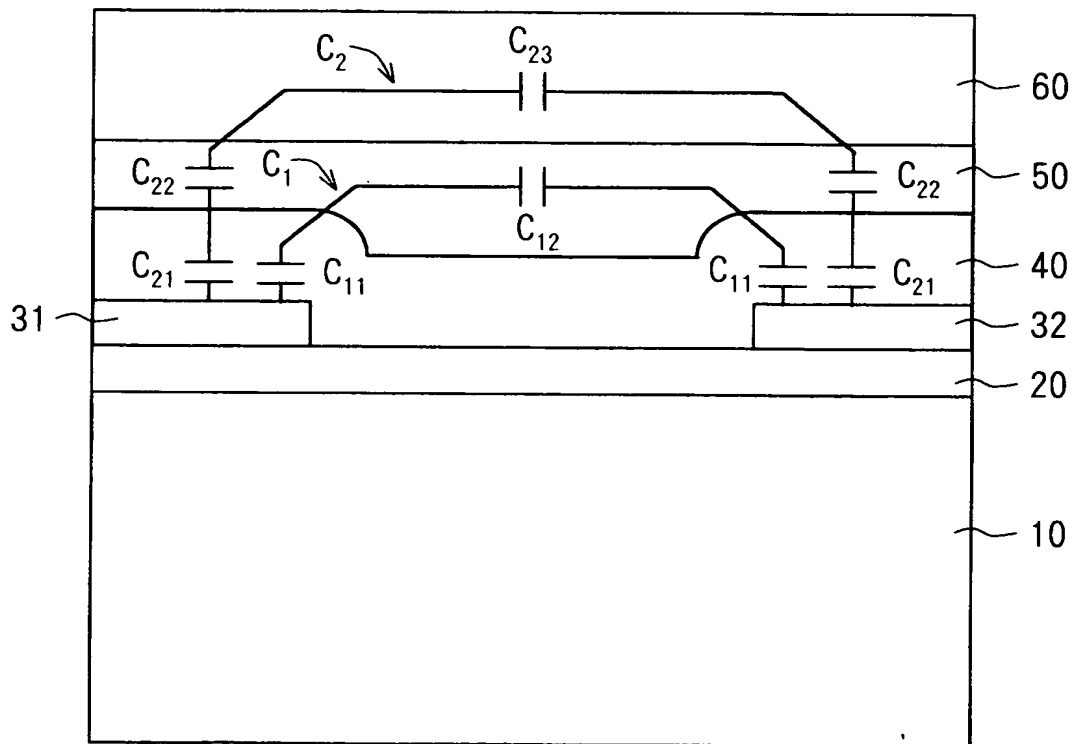
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 感湿膜の面積を増加させることなく、効果的に湿度変化に伴う電極間の静電容量の変化量を増加させることができる容量式湿度センサを提供する。

【解決手段】 半導体基板 1 0 の同一平面に、一対の櫛歯型電極 3 1、3 2 を形成し、その一対の櫛歯型電極 3 1、3 2 を覆うように、シリコン窒化膜 4 0 からなる保護膜およびポリイミド系ポリマーからなる感湿膜 5 0 を形成する。さらに、感湿膜 5 0 の上に、感湿膜 5 0 より比誘電率が高く、透湿性の透湿膜 6 0 を形成する。このような透湿膜 6 0 を感湿膜 5 0 上に形成することにより、感湿膜 5 0 における湿度変化に伴って変化する一対の櫛歯型電極 3 1、3 2 間の静電容量の変化量を増加させることができる。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 0 6 5 7 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー